

# سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

العالم يُبدّل معالم وجهه

- زحاج لا يحرق
- آلات توليد العواصف
- الصور السحرية على الشاشة الصغيرة

مكتشورات مكتبة سميث

Les Grandes Inventions  
F. Lot  
Librairie Hachette

شارع عمرو - بيروت  
تلفون ٢٣٨١٨١-٢٢٦٠٨٥





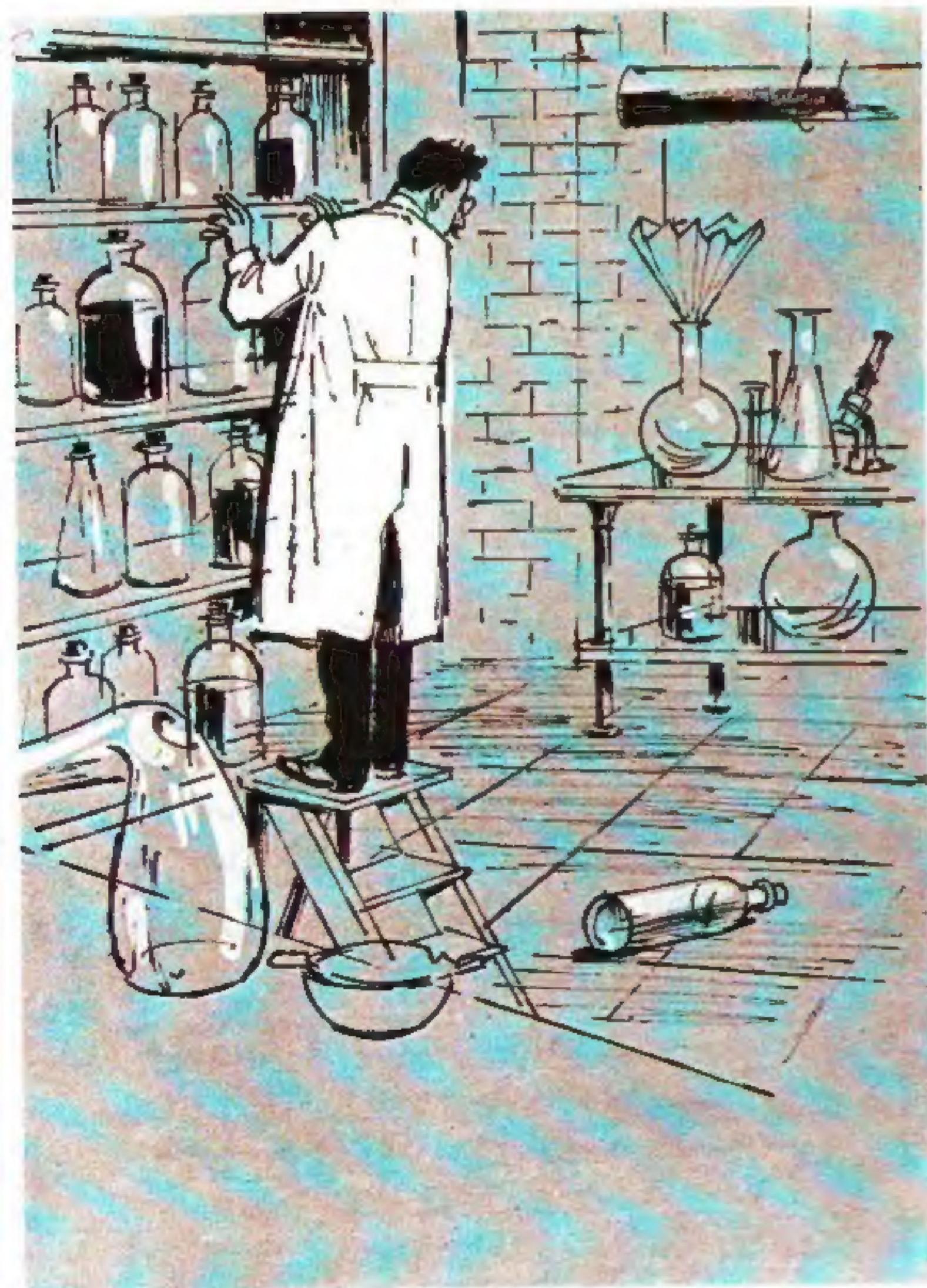


كانت حوادث السيارات معروفة حتى في «العصر الجميل» ،  
مع أن السيارات كانت قليلة ، ومع أن السير كان بطيئاً . كانت  
الحوادث بحد ذاتها بسيطة في الإجمال ، إلا أنها كانت تغدو  
فاجعةً بتحطيم ألواح الزجاج وبفعل شظاياها .

ملاحظة بندكتس الميمونة .

## زجاج لا يجرح

ما أكثر الجراح البليغة التي كانت  
تسببها قديماً شظايا الزجاج المتحطّم في  
السيارات ، لدى الحوادث والاصطدامات !  
أمّا اليوم ، فقد وُفّر علينا ذلك ، بفضل  
رجلٍ يحملُ اسمَ «بندكتس» ، أغفلتِ  
القواميسُ تدوينَ سيرته ، وحتى ذكر اسمه .  
إنّه ، والحقُّ يُقال ، نسيانٌ لا بدّ أن يُكفّرَ  
عنه<sup>٢</sup> ، لأننا جميعاً ندينُ لهذا الرجلِ  
بالكثير . . .





من تلك الملاحظة الطريفة<sup>٦</sup>. لم أعد أفكر بها الى اليوم الذي استرعى<sup>٧</sup> فيه انتباهي حادثان ، كان السببُ فيهما تحطُّم الزجاج في سيارتين متصادمتين .

إذ ذاك ، خطرَ ببال بندكتوس أن يُطبَّق ، على زجاج السيارات ، ما كان قد لاحظَه صدفةً ، على زجاجته المقواة « بيطانة » السلولوز (الخلويَّة) . وهكذا ظهر ، سنة ١٩١٠ ، ما عُرفَ بزجاج السندويش (المثلث) ، المركَّب من ورقتين من الزجاج ، مُلصقتين على ورقة من

أما أساسُ هذا الإكتشاف البالغ النفع ، فحادثُ تافه<sup>٢</sup> ، وقع في مطلع هذا القرن ، عام ١٩٠٣ . كان « بندكتس » في مُختبره ، واقفاً على سلَّم صغير ، يعمل على ترتيب القناني والزجاجات ، على الرفِّ الأعلى من خزانته ، حين أفلتت من يده زُجاجة ، فوقعت على الارض . كانت الزجاجة ثقيلة تتسعُ للتر تقريباً ، ومع ذلك بدا له أنها لم تُصَبْ بأذى . « كانت قد تشعَّرت من الداخل ، إلا أنها بقيت جامدة متماسكة ، وكأنَّ حزاماً داخلياً كان يشدُّ أجزاءها بعضها الى بعض . » فحصها « بندكتس » فحصاً دقيقاً ، وتذكَّر أنَّ الزجاجة كانت قد حوت ، منذ خمس عشرة سنةً محلولاً من السليلويد ، تطايرت منه السوائلُ الحالَّة ، مع الوقت ، تاركةً على جدارِ الزُجاجة قشرةً من الميناء متينةً للغاية : كان تماسكُ الشظايا من القوة ، عند الارتطام ، بحيث لم تنفصل شظيَّة واحدة ، ولم تتعرَّضْ أخرى للانفصال ، حتَّى بعدَ التحطُّم .



كتب الكيميائيُّ ، مُعلِّقاً على هذا الحادث ، فقال : « أدركتُ حقيقةَ الموقف بنظرة واحدة ، وحاولتُ ألا أنسى شيئاً

لوح الزجاج الأمامي في سيارة ، وقد شعَّرتُه حصاة .





واجهة مَحِيَّة من غير شك ...

مادّة البلاستيك ، وظيفتها أَنْ تُمَسِكَ شظايا  
 الزجاج في حالِ تحطُّمِهِ .  
 إذا ضاعفنا عددَ الأوراقِ المُستُوقة -  
 على أَنْ تَتَوَسَّطَ كُلَّ ورقتينِ من الزجاج  
 ورقةً بلاستيك - نَسْتَطِيعُ أَنْ نَحْصَلَ على  
 صفيحة لا يَخْتَرِقُهَا الرصاص ، مِمَّا تُفِيدُ  
 منه سَيَّاراتُ رُؤَسَاءِ الدُّوَل ، وواجهاتُ  
 محلاتِ الصياغة ، كما تُفِيدُ منه لوحةُ



الجوكندا في مُتَحَفِ اللوفر . . . واعلم ،  
على سبيل المثال ، أنَّ صفيحةً من هذا النوع ،  
تبلغُ كثافتُها ٢٥ مِلِّمِتراً ، تصمَدُ<sup>٨</sup> في  
وجه رصاصات المسدس الرشاش ، أو  
مسدس « البرابلم » ، من عيار ٩ مِلِّمِترات .

أُبدِلَ السليُّويد الذي استُعمل أولاً ،  
بآسيئات السِّلِيلوز ، الذي حلَّ محلَّه «البوتيرال  
البوليفينيليك» . ثمَّ اكتُشِفَ محلولٌ<sup>٩</sup> مجدٍ  
آخر ، استُعمل في الزجاج المضمون ،  
«السيكوريٲ» ، الذي تُسقى ألواحُه سقاية<sup>١٠</sup> .

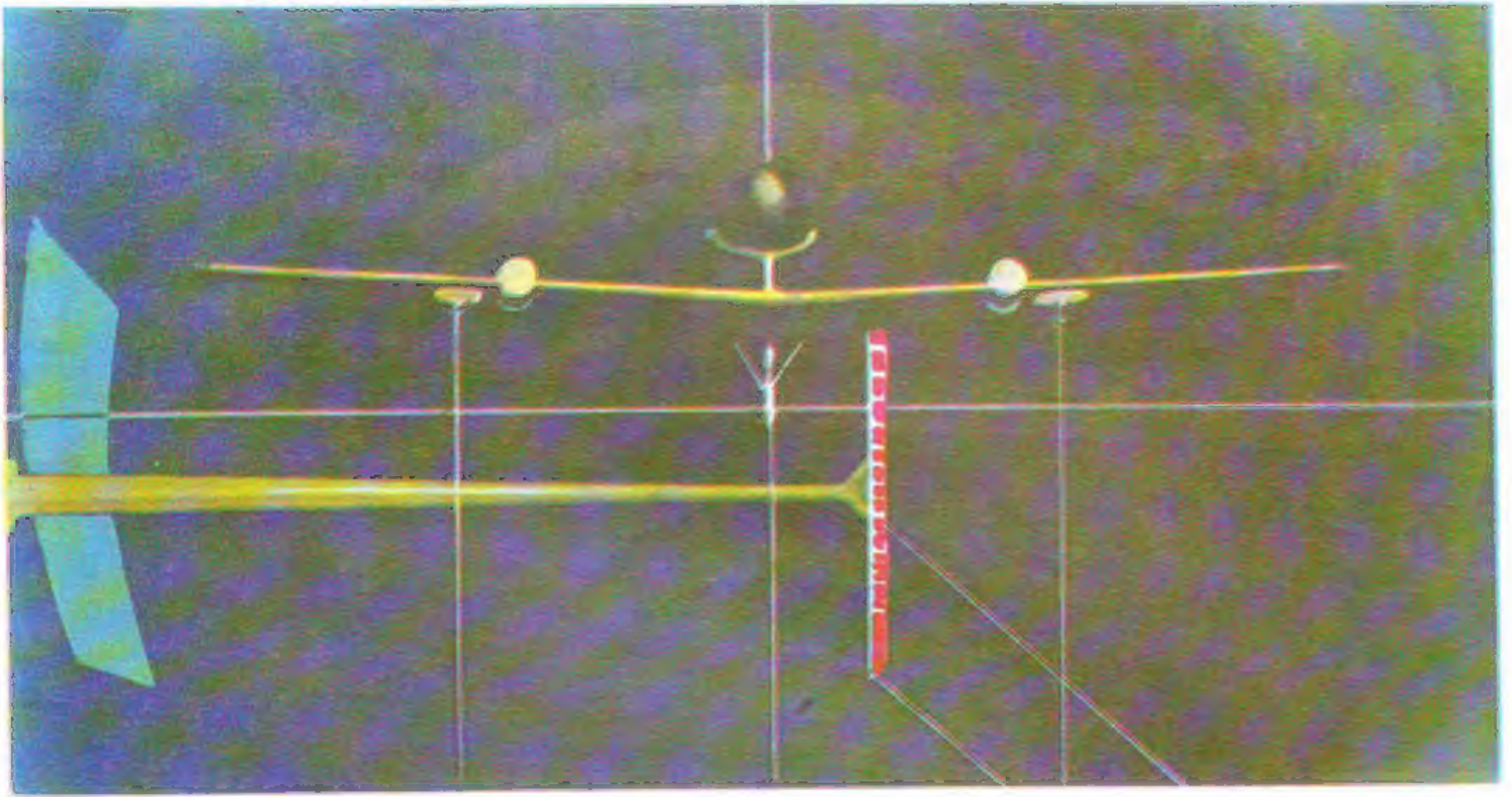
#### التفسير

- ١- شظايا : جمع شظية : قطعة متطايرة من زجاج أو قنبلة .
- ٢- كَفَّرَ عن خطيئته : عَوَّضَ عنها .
- ٣- حادث تافه : بسيط ، عارض .
- ٤- بدا له : ظهر له ، تبَيَّنَ له .
- ٥- ارتطام : مصدر ارتطم : صَدَمَ بشيء .
- ٦- الطريفة : الغريبة ، الجديدة .
- ٧- إسترعى انتباهي : لَفَتَ انتباهي .
- ٨- صَمَدٌ يصمَدُ : ثبت .
- ٩- مُجَدٍ : نافع .
- ١٠- سقى اللوح سقايةً : غَطَّسه بالماء وهو ساخن لِيَمْتِنَ .

#### الأسئلة

- ١- أيَّ خطر كان يشكُّله الزجاج في السيارات ؟
- ٢- من اكتشف زجاج الأمان ؟ هل نال حقَّه من الشهرة ؟
- ٣- كيف اكتشف بندقس زجاج الأمان .
- ٤- لماذا لم تتناثر شظايا الزجاجاة المكسورة ؟
- ٥- ما المناسبة التي دفعت بندقس الى الإفادة من اكتشافه !
- ٦- كيف يُصنَعُ الزجاجُ المقوَّى المصفح ؟
- ٧- ما هو زجاج السيكوريٲ ؟





قياس الضغوط التي يتعرّض لها مُجَسِّم طائرة .

## آلات توليد العواصف

قوة خارقة ، في تلبية مُتطلّبات البناء الجويّ الحالي ، تحت شعار السرعة العالية (الفوق صوتيّة) والعالية جداً (الفرط صوتيّة) <sup>٢</sup> التي تُثير مُشكلات كثيرة .

في فرنسا اليوم ، وفي العالم ، عصافات كثيرة ، أشهرها عصافة « شالي - مودرن » التابعة لمصلحة الدروس والبحوث الهوائية الفضائية ، وعصافة « مودان أفريو » التابعة لمؤسسة « سان سير » الهوائية التقنيّة .

إنّ « غُستاف إيفل » (١٨٣٢ - ١٩٢٣) ، أب أشهر الأبراج إطلاقاً ، هو الذي أنشأ في مدينة « أوتيل » ، عام ١٩١٢ ، أول مُختبرٍ لعلم الحركة الهوائية ، ستُجرى فيه الاختبارات المتعلقة بالطيران الناشئ . وله يعود الفضل في بناء العصافة الأولى التي مكّنته من وضع المبادئ الأساسية التي قامت عليها المنشآت الحديثة . وغنيّ عن البيان ما بلغت هذه المنشآت من



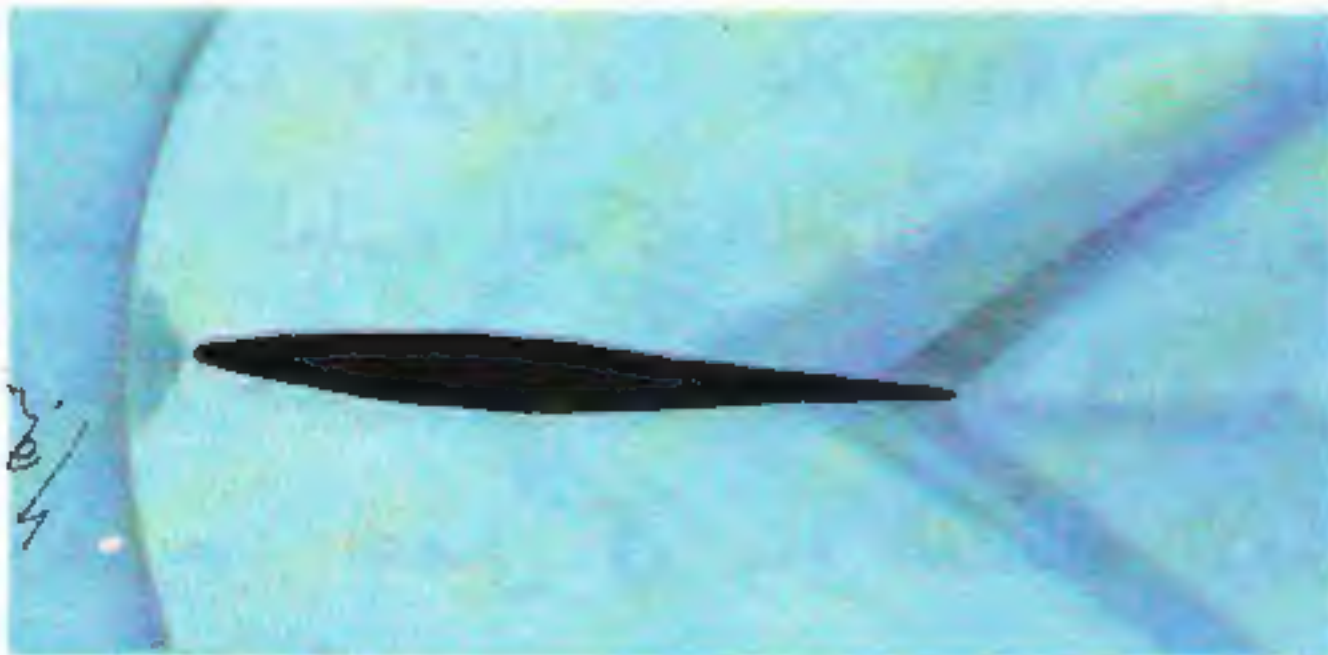
سنُخصُّ بالذكر ، في هذا المجال ،  
عَصَافَة « مودان أفريو س ٤ م ١ (S4 MA) »  
الفرط صوتيَّة hypersonique ، التي دُشِّنت  
عام ١٩٧٠ ، والتي تُعتبر واحدة من أعظم  
العَصَافَات في العالم .

تَقْدِيرُ عَصَافَة « س ٤ م ١ » أَنَّ تُحْدِثَ  
عَصَافَاتٍ تَسْتَغْرِقُ ٣٠ ثانية ، وتَفُوقُ سُرْعَتَهَا  
سُرْعَةَ الصَّوْتِ ما بين ٦ مرَّات و ١٤ مرَّة .  
ومِثْلُ هذه السَّرْعَةِ تَفُوقُ إلى حَدٍّ بَعِيدٍ سُرْعَةَ  
أَعْنَفِ العَوَاصِفِ !

إنَّ مَرَكِزَ « مودان » الذي يَشْمَلُ ثَلَاثَ  
عَصَافَاتٍ أُخْرَى ، يَسْتَمِدُّ طاقَتَهُ ٣ المحرَّكة  
الرَّئِيسَةَ ، من شَلَالٍ « أُوسُوا » ، ذي السَّدَّينِ  
اللَّذَيْنِ يَجْمَعَانِ احتِياطيًّا من المَاءِ ، قَدْرُهُ  
١٢ مليون متر مُكْعَب . مِيزَةُ هذه العَصَافَاتِ  
أَنَّهَا لَا تَسْتَمِدُّ طاقَتَهَا من محرَّكاتٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ ،  
بل من مَرَاوِحَ أو ضَاغِطَاتٍ تُحَرِّكُهَا ،  
بصُورَةٍ مَبَاشِرَةٍ ، تُرْبِينَاتٌ مَائِيَّةٌ ضَخْمَةٌ ،  
من طَرَازٍ « بِلْتون » .

أَلَا أَنَّ هذه السَّرْعَةَ لَا تُعْتَبَرُ زَائِدَةً ،  
إِذَا أُريدَ تَأْمِينُ الشُّرُوطِ الخَارِقَةِ التي تَدْخُلُ  
فِيهَا الصَّوَارِيخُ وَالْكُبْسُولَاتُ الفَضَائِيَّةُ جَوَّ  
الأَرْضِ ، تَأْمِينًا صَحِيحًا . . . وَلَقَدْ فَرَضَتْ  
هَذِهِ الْمُتَطَلِّبَاتُ الصَّارِمَةُ تَشْغِيلَ أَجْهَزَةٍ وَمَعَدَّاتٍ  
غَايَةِ التَّعْقِيدِ .

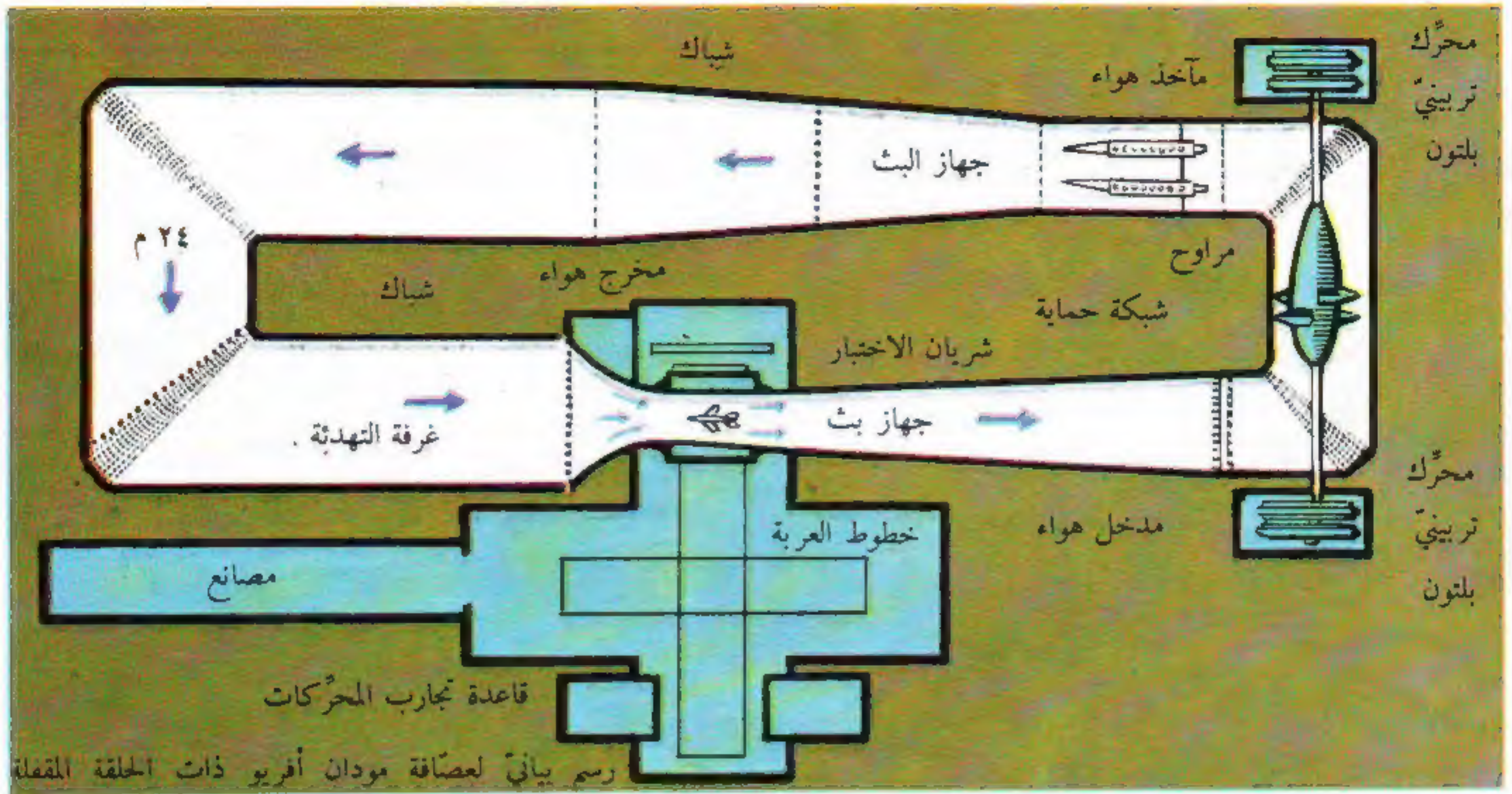
من ذلك ضَرُورَةُ تَسْخِينِ الهَوَاءِ تَحْتَ  
ضَغْطٍ فَائِقٍ ، في أَرْبَعِينَ قَارُورَةً ، قَبْلَ  
أَنْ يُطْلَقَ في « شَرِيَانِ الاختِبَارِ » ، ذَاكَ



إِنْشِيَابٌ مَنْظُورٌ لِلْسَائِبِ الْغَازِيِّ حَوْلَ مَقْطَعِ جَنَاحٍ ، في  
سُرْعَةٍ تُقَلُّ عَنِ سُرْعَةِ الصَّوْتِ : تَبْدُو مَوْجَاتُ الصَّدَامِ بِلَوْنٍ  
دَاكِنٍ ، عَلَى السُّطْحَيْنِ الْأَعْلَى وَالْأَسْفَلِ .

سُرْعَةُ انْشِيَابِ الهَوَاءِ تَسَاوِي سُرْعَةَ الصَّوْتِ . مَوْجَةُ صِدَامٍ  
مُسْتَدِيرَةٍ . تَبْدُو عَلَى طَرَفِ مَقْطَعِ الْجَنَاحِ مَوْجَتَا صِدَامٍ مُتَبَاعِدَتَانِ  
مُسْتَقِيمَتَا الْإِنْجَاهِ .





مخطط بياني لعصافة «مادون أفريو» ذات الحلقة المغلقة. تُرى حول شريان الاختبار، منشآت ضخمة كثيرة التعقيد.

الدّهليز الذي تُوضَعُ فيه المُجَسِّماتُ المرادُ درسُها. ولو لم يُسخَّنِ الهواءُ، لبرَدَ لدى إطلاقه حتّى درجَةِ السيلان. هكذا إذاً، يُلجأُ إلى سَخَّانة تَراكُمِيَّة، تحوي ١١ طنّاً من كُلِّ الألومين النقيّة، تَرفعُ حرارةَ هوائِ العَصْفَةِ إلى ١٥٠٠ درجة مِثْوِيَّة.

جُعِلَت هذه المناورات كُلُّها آليّة، ووُضِعَت هذه التجهيزاتُ كُلُّها، توفيراً للسلامة، تحتَ سطحِ الأرض، في حُفَرٍ وخنادقٍ محفورةٍ في صُلْبِ الصخر، ومُنِعَ الموظَّفون من دخولِ هذه الأماكنِ منعاً باتّاً، في أثناءِ التجارب.

هذا ولا يَشْهَدُ العواصِفَ الحارقةَ الهائلةَ المِصْطَنعة، إلّا أَجْهزةُ التَسجيلِ المُتعدِّدة، المِنبوْثةُ<sup>٧</sup> هنا وهناك؛ فهي تَجمَعُ المَعلوماتِ النافعةَ المُتعلِّقةَ بِتَصرُّفِ المُجَسِّماتِ، لدى إخضاعها لتأثيراتِ العَصَفاتِ عندما ينفِثُ فَمُ الرِّيحِ المخيفةِ، في الدّهليزِ.



- ١- غني عن البيان : واضح .
- ٢- السرعة القرمط صوتية : التي تفوق سرعة الصوت عدة مرات .
- ٣- يستمد طاقته : يأخذ قوته .
- ٤- تستغرق وقتاً : تستعير ، تدوم .
- ٥- قارورة : قنينة .
- ٦- التجهيزات : الآليات .
- ٧- المبتوتة هنا وهناك : الموزعة هنا وهناك .
- ١- ما فضل إيفل على علم الحركة الهوائية ؟
- ٢- ما هي العصافة ، وما هي منافعها ؟
- ٣- أي عصافة يصف الكتاب ؟
- ٤- من أين وكيف يستمد مركز مودان طاقته ؟
- ٥- ما هي قدرة عصافة س ٤ م ١ (S4MA) ؟
- ٦- لماذا يُسخن الهواء في العصافة ، قبل إطلاقه ؟
- ٧- كيف تُؤمن سلامة العاملين في المركز ؟





أحد استوديوهات التلفزيون الفرنسي ORTF مشهد من مشاهد التصوير بواسطة كاميرا من آخر طراز ، ذات مظهر كلاسيكي معهود ، مع هراوة لاقط الصوت والأجهزة العادية الأخرى . ولكن الموضوع هو التقاط المشاهد بالألوان ، ولذا اتخذت الملابس وقطع الديكور ألواناً خاصة ، وكان ماكياج الأشخاص أكثر اعتدالاً ، وكانت أضواء المصابيح معدلة تعديلًا خاصاً .

## الصُّور السَّحرية على الشاشة الصغيرة

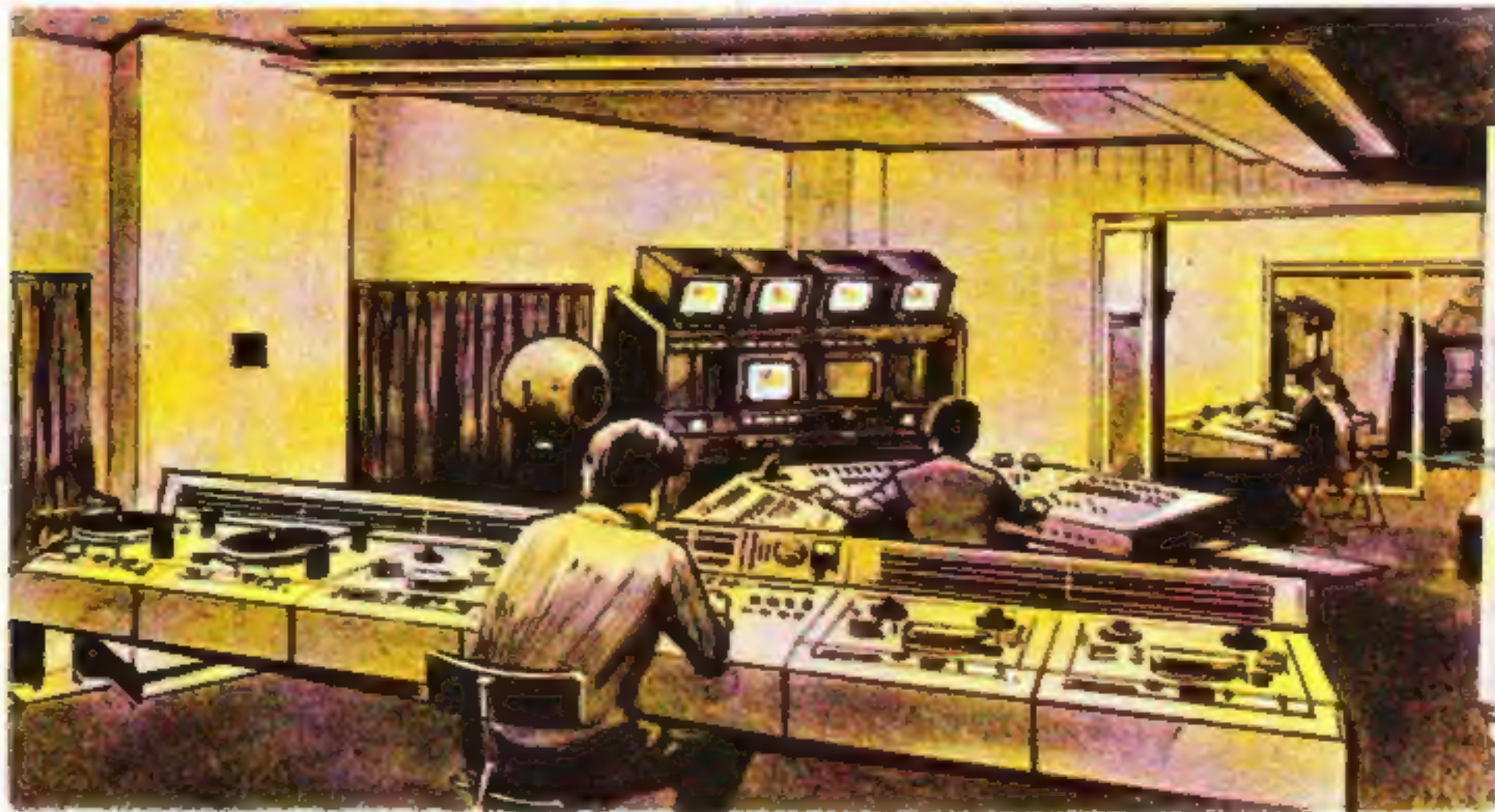
عندما توصَّل « ادوار بلين » ، بواسطة « البلينوغراف » ، الى نقل بعض الصور ، في سلك ، ثمَّ على الموجات ، كان موضوع تجاربه صوراً جامدة توفر « له » كلَّ ما يحتاج اليه من وقت ، لتحليلها الى نقط مختلفة الأضواء ، ولتحويلها الى اشارات كهربائية مختلفة القوَّة ، قادرة ، لدى الاستقبال ، على ان تُعيد الصورة الاساسية . ولكن المسألة تعقّدت كثيراً ، عندما ارادوا نقل صور المواضيع المتحرّكة ؛



لأنَّ الامر كان يفرض نقل ما يتراوح بين اثنتي عشرة، وست عشرة صورة في الثانية الواحدة ، وذلك لأعطاء العين شعوراً باتِّصال الحركات . كان لا بدَّ من القيام بأبحاث كثيرة ، ولم تُؤمَّن درجة الكمال الحاليَّة ، إلاَّ مرحلةً بعد مرحلة . وما اكثَر الاسماء التي يمكن ان تُذكر في هذا المجال !

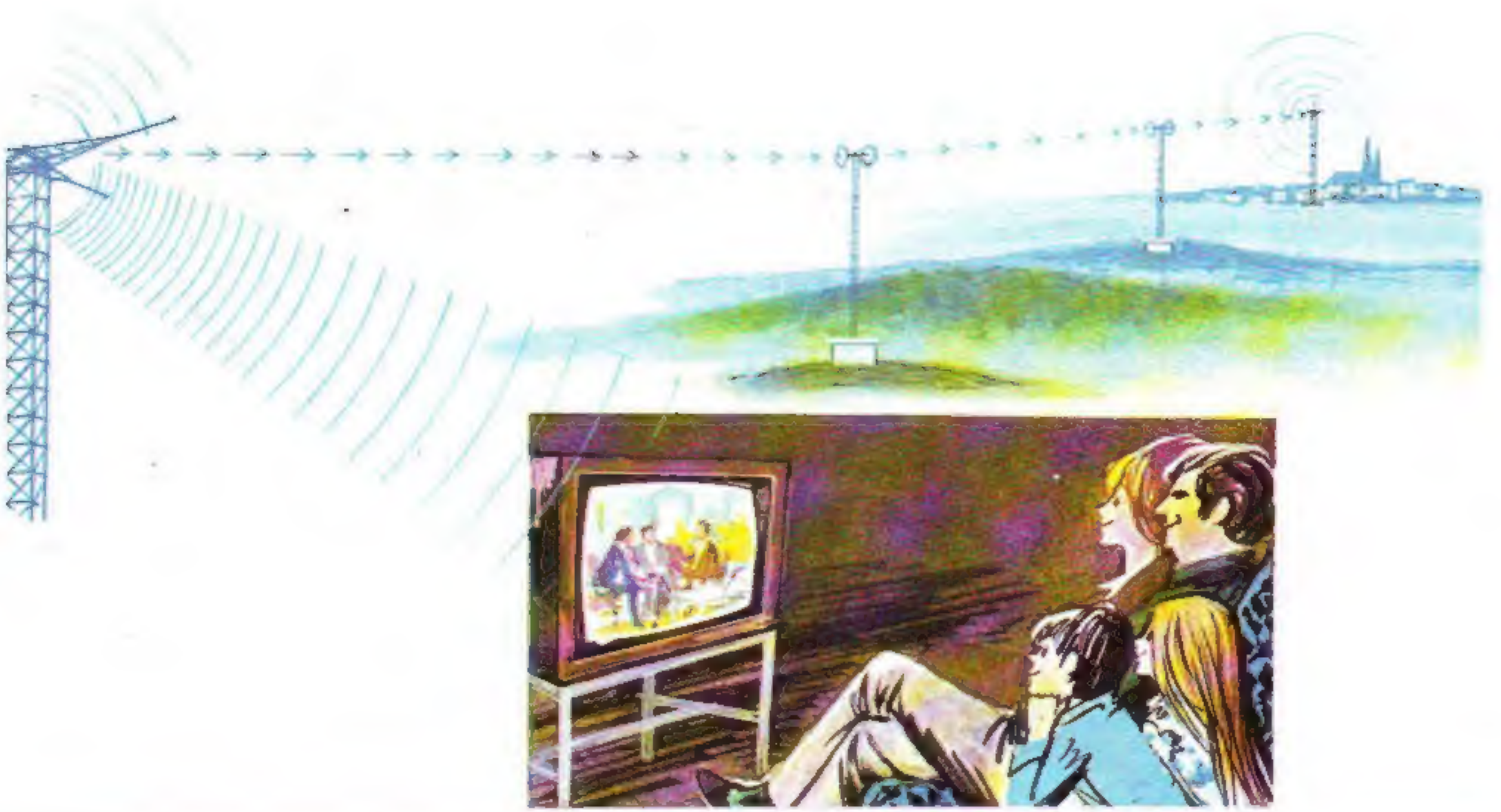
يُعتبر الاسكتلندي « جون بيرد » احدَ هؤلاء الرُّوَّادِ الكبار . فقد استطاع ، عام ١٩٢٤ ، أن ينقل من إحدى غرف بيته الى غرفة اخرى ، طيفاً<sup>٢</sup> مبهماً متراقصاً لصليب من صلبان مالطة . وفي السنة التالية ، غمرته موجة عنيفة من البهجة ، اذ رأى

ملامح دمية قديمة، كان قد وضعها امام جهاز الارسال منذ اشهر ، ترتسمُ على شاشة جهاز استقباله ؛ وكان ، حتى تلك اللحظة ، لم يستطع ان يتبيَّن منها الا ثلاث لطخات سوداء تشير بغموض الى العينين والقم . كان لا بدَّ له من ان يُجري الاختبار في الحال على وجه بشري ؛ فسرعان ما هبط السِّلَم ، واندفع في مكاتب الطبقة الدنيا<sup>٣</sup> ، ليتشبَّثَ بأول رجل صادفه ، فيرغمه على الجلوس تحت مصباح ساطع النور ، فيما اندفع هو نحو الغرفة المجاورة . ولشدة ما كانت خيبته كبيرة ، اذ رأى الشاشة خالية . ذلك ان الفتى ، وقد استبدَّ به<sup>٤</sup> الرعب ، كان قد ابتعد ما استطاع



غرفة المراقبة والتضخيم في المركز الفرنسي للراديو والتلفزيون .





الإرسال ، والنقل يؤمنه الى الأماكن النائية مرحلات هيرترية . -  
كبسة زر ... واذا بنافذة صغيرة تفتح على المشاهد كلها : مشاهد الطبيعة والفن ، في معرض لا نهاية له من الاشكال والالوان ،  
والاصوات ، والأحاديث ، والأغاني والموسيقى ...

عن تلك العدة الغريبة المقلقة . فبادر اليه  
« جون بيرد » ، وشجّعه بنصف جنيه ذهبي ،  
فقبل البقاء هادئاً في المكان الموافق .  
ورأى « بيرد » ، بعين ملؤها الغبطة ،  
وجهاً بشرياً يتحرك للمرة الأولى على  
« مرآته السحرية » .

الالماني « بول نيكو » . سنة ١٩٢٩ ،  
أذيعت أول صور تلفزيونية ، في بريطانيا ،  
بواسطة جهاز « دافنري » للأرسال ، وذلك  
على ثلاثين سطرًا . سنة ١٩٣١ ، اخترع  
العالم السوفياتي « زوريكين » « الأيكونو  
سكوب » ، انبوب التحليل المشتمل على  
فسيفساء من الخلايا الصغيرة المتأثرة بالنور ،  
وهو أول كاميرا إلكترونية لألتقاط الصور .  
وعام ١٩٣٢ أذيعت أول برامج تلفزيونية  
فرنسية ، بواسطة مجموعة الأجهزة التي  
ابتدعها رينه برتيليمي . كان عدد الاسطر  
المعتمة قليلاً لا يتعدى الثلاثين ، إلا أن

سنة ١٩٢٦ ، قام « بيرد » بأول عرض  
لجهازه في لندن ، ناقلاً صورة صغيرة  
حلّلتها في ٢٨ سطرًا ، وألقاها عبر الثقوب  
المصفوفة في خط لولي<sup>٧</sup> على اسطوانة  
دائرة ، وهو الجهاز الذي كان قد اخترعه



عدد هذه الاسطر سيتضاعف عمّا قليل ،  
فينتقل الى ١٨٠ ، ثم الى ٤٥٥ ، واخيراً  
الى ٨١٩ ( ١٩٤٩ ) : وعندها ستغدو  
الصورة واضحة كلّ الوضوح .

يبقى ثلاثة تواريخ هامة لا بدّ من  
ذكرها : ففي ٢ حزيران ١٩٥٣ ، باشرت  
شبكة « اوروفيزيون » التي تشمل بريطانيا  
العظمى ، وفرنسا ، وبلجيكا ، وهولندا ،  
والجمهورية الفدرالية الالمانية ، والدانمارك ،

بيتّ برامجها ، وذلك بمناسبة تتويج ملكة  
انكلترا . وفي تموز ١٩٦٢ أُذيعت برامجُ  
« موندوفيزيون » الأولى ، بواسطة القمر  
الاصطناعي تِلستار . وسنة ١٩٦٧ ، قدّم  
للجمهور ، في الصالون الدولي للراديو  
والتلفزيون ، في باريس ، التلفزيون الملّون ،  
الذي كان « جون بيرد » قد قام ببعض  
تجاربه عام ١٩٢٨ ، والذي ضبّط أصوله  
في فرنسا ، على طريقة سيكام ، العالم  
« هنري دي فرانس » .

#### الأسئلة

- ١- أيّ نوع من الصّور نقل « بليني » أولاً ؟
- ٢- ما هي الطريقة التي اتبعها ؟
- ٣- ما هو الاختبار الذي قام به « جون - بيرد » عام ١٩٢٤ ؟ هل كانت الصورة واضحة ؟
- ٤- آية مفاجأة كانت تنتظره في السنة التالية ؟ ماذا فعل ؟
- ٥- ما هو « الايكونوسكوب » ؟ ومن اخترعه ؟
- ٦- متى ستغدو الصورة التلفزيونيّة واضحة كلّ الوضوح ؟ لماذا ؟
- ٧- ما دور التلستار في التلفزيون ؟
- ٨- ما هي طريقة سيكام ؟ من ضبّط أصولها ؟ أي شركة تعتمد عليها في لبنان ؟

#### التفسير

- ١- تحليل : مصدر حلّ : عاد بالشيء الى عناصره وأجزائه .
- ٢- الرّواد : المكتشفون .
- ٣- طيف : خيال .
- ٤- الطبقة الدنيا : الطابق السابق .
- ٥- تشبّث بالشيء : تمسّك به .
- ٦- استبدّ به : تسلّط عليه .
- ٧- لولي : يدور على ذاته مرّة بعد مرّة .



## ولادة حضارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • التبطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا التبرج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
- ٥ - من النظارتين إلى النظار إلى المقرب • الرسم الثابت يصبح آلة تحزن من الأرض • الصابون والظفائف المناسة

## التقنية تقوم بأول تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطعنة المائية والطعنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ...
- ٧ - الأسلحة النارية عدة لهلاك • البوملة • طوق الكتفين • طوق الكتفين • ضامن للمركبين
- ٨ - "دولاب إسكال" هذا الآلات الحاسبة الإلكترونية • من المطلة إلى الرقابة • آلات إمداد الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هواء • الجهر في سيطرته على التناهي الصفر • ميزان الضغط

## من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "السمفاة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروحة والطلاق المدامة ... • من عربة كونيوس البخارية إلى سيارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • شارب "فرنكلين" • من النظار إلى الباليونات الفضائية
- ١٣ - تلفراف "شاب" • من النسيج البدائي إلى نول المياكة • الرقابة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عيادات الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "الستيكوب" • علب المحفوظات التي تعتمد بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفراف الكهربائي يخترع ريتام ... • آلة المياطة • عرصة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتغير يجهز صلايين السيارات • التبيج المنذر

## العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت لسترو والضرا • حفرة آبار النفط • من الآلة الكتابة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البذر • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيتم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام والقاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البذر • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - مجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المديري في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة
- ٢٣ - من الفلستيكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تحقق بالأمال الرحبة
- ٢٤ - محرك ديزل يخرج من قذامة • الاتصالات البعيدة الذي تنتقل على موجات الاثير • الباليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يهجم • آلات توليد العواصف • الصور السريعة على الشاشة الصغيرة

## من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المرفعة الذرية • الجهر الإلكتروني عين قادرة على رؤية الفرديات
- ٢٧ - الرادار الساهر • من الأبنيق القديم إلى إراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي توهم في طاقة أشمن

أرسي القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أول السفن البخارية ،  
والمناطيد والغواصات الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية  
بفضل البخار والكهرباء والآلة ، فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :  
من القاطرة والسكة الحديدية الثقاب ، ومن التلفراف إلى التصوير  
الشمسي ، ومن الدراجة إلى التربية ...

تأليف : ف. لوت  
رسم : ب. يروبيت  
ترجمة واعداد : سهيل سماعة